



**EL CONOCIMIENTO DE LAS POBLACIONES DEL PASADO A TRAVÉS DE LOS
RESTOS ÓSEOS: DETERMINACIÓN DEL SEXO A PARTIR DE ASTRÁGALO Y
CALCÁNEO EN LA POBLACIÓN HISPANOMUSULMANA DE LA *MAQBARA* DE
SAN NICOLÁS, ÁVILA (s. XII-XVI).**

PROYECTO FIN DE CARRERA

Biología Evolutiva y Biodiversidad

Belén Martín Vélez

Junio, 2010.



ÍNDICE

- RESUMEN	pág. 2
- INTRODUCCIÓN	pág. 2-6
- OBJETIVOS	pág. 7
- MATERIAL Y MÉTODOS:	pág. 7-15
▪ Determinación del sexo	pág. 8-9
▪ Estimación de la edad	pág. 10-11
▪ Medidas y volumen	pág. 11-14
▪ Análisis estadístico	pág. 15
- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	pág. 15-24
- CONCLUSIONES	pág. 25-26
- AGRADECIMIENTOS	pág. 26
- BIBLIOGRAFÍA	pág. 27-28
- ANEXO	pág. 29

RESUMEN

En este trabajo se plantea una metodología para la determinación del sexo en poblaciones arqueológicas, basada en la obtención de una serie de variables tomadas del astrágalo y del calcáneo para la realización de un análisis discriminante. Previamente se determina el sexo y la edad de los individuos a estudio por los métodos comúnmente utilizados para así poder realizar el análisis estadístico correspondiente. El principal objetivo es poder predecir el sexo de los individuos de una población a partir del volumen de estos dos huesos, comparándolo de ésta forma con el resto de medidas realizadas, por medio de la obtención de funciones discriminantes.

INTRODUCCIÓN

Una de las cuestiones que más ha inquietado al hombre en todos los tiempos, ha sido el conocimiento de su pasado. El estudio de los útiles, vestigios, escritos y restos de las civilizaciones antiguas, proporcionan una fuente de información muy interesante sobre el modo de vida de esas poblaciones (1).

La Antropología Física trata de entender la historia evolutiva humana y nuestra variabilidad biológica, tanto en el pasado como en el presente, por medio de los restos óseos (2). Los huesos nos permiten conocer cómo eran estas poblaciones humanas a partir de una fuente muy directa como es el esqueleto de los propios individuos. Su principal ventaja frente a la Historia, es que ésta muchas veces aparece tergiversada por modas o doctrinas políticas, mientras que el material osteológico nos proporciona información sobre la evolución del hombre y los distintos tipos de adaptación al medio ambiente (1). A su vez nos informa de la salud, la enfermedad y los factores socioculturales que han afectado tanto a las poblaciones actuales como a las pasadas (2).

La disponibilidad de una mayor cantidad de restos documentados, de métodos más precisos para establecer la edad y el sexo, y diagnósticos más certeros de los aspectos nutricionales y patológicos, han permitido a los antropólogos ampliar la información sobre las poblaciones del pasado. Aumentando los conocimientos sobre la historia que nos precede por medio de una ciencia multidisciplinar (3).

La estimación de la edad y la determinación del sexo, son dos aspectos básicos a conocer para poder llevar a cabo el estudio de una población arqueológica, ya que ambos nos proporcionan información de la composición y la dinámica demográfica de la misma. Para la determinación del sexo, es necesario ver como se comportan los caracteres sexuales secundarios a lo largo de la ontogenia. Conociendo las diferencias sexuales de cada género, por rasgos morfológicos claves (sobre todo en la zona pélvica) adaptados a cada etapa del desarrollo, se puede discriminar el sexo del individuo que se este estudiando. Estas diferencias sexuales comienzan a desarrollarse en el esqueleto antes incluso del nacimiento. En la etapa de infancia y adolescencia, el dimorfismo sexual se hace más marcado y los métodos para reconocer el sexo se van haciendo más seguros conforme se va llegando a la etapa adulta (3).

Normalmente la determinación del sexo en adultos suele ser sencilla siempre que se disponga del esqueleto completo, pero cuando solamente disponemos del cráneo o de algunos huesos largos el problema puede ser difícil. En algunos individuos los rasgos sexuales no están bien definidos, apuntando unos datos a un sexo y otros al contrario, por lo que decimos que se trata de un individuo alofiso (de caracteres físicos ambiguos) (4).

Para determinar el sexo, el investigador debe considerar la morfología del esqueleto completo (3), donde los métodos comúnmente más utilizados son aplicados al cráneo y a la pelvis (5-6). Pero en el caso de que estas partes no estén bien conservadas, el esqueleto apendicular también se puede utilizar para su determinación (7), así como otros restos óseos por sus características morfológicas, como la circunferencia de huesos largos (8), el sacro, la clavícula, la escápula y la mandíbula (9).

Al estudiar poblaciones antiguas, nos encontramos con el problema de la preservación, ya que muchos de los restos encontrados se recuperan fragmentados, es necesario hacer una evaluación de algún hueso que contribuya a la estimación del sexo, en el caso de no tener presentes el coxal o el cráneo (10).

Los huesos del pie son frecuentemente seleccionados para este tipo de estudios, ya que los huesos tarsales son algunos de los que mejor se preservan (10). Entre ellos están el astrágalo y el calcáneo, los más grandes y resistentes de todos ellos. Esto es debido a que son huesos formados en su mayoría por tejido esponjoso, en principio parecerá menos resistente que el tejido compacto, pero las cavidades del tejido esponjoso que forman sus laminillas, no tienen

una distribución anárquica, sino que se disponen en unas “líneas de fuerza” que aumentan su resistencia. Se da sobre todo en los huesos contiguos a las articulaciones aportando una mayor resistencia al conjunto, como ocurre con el astrágalo, el calcáneo y la tibia (formando la articulación del tobillo), los cuales debido a la posición que ocupan soportan el peso de todo el cuerpo, adquiriendo un alto compromiso biomecánico (11).

El calcáneo es el más grande de los huesos tarsales, y se le considera uno de los más resistentes a los cambios producidos post-mortem (12). Se localiza en la parte inferior del astrágalo y articula anteriormente con el cuboides. El astrágalo es el siguiente en tamaño después del calcáneo, y se sitúa entre la tibia y el peroné superiormente, y el calcáneo inferiormente. Articula distalmente con el navicular, los cuales forman el miembro inferior de la unión talocrural (13).

Steele (14), lleva a cabo en 1976 un análisis métrico del astrágalo y del calcáneo para tratar de identificar el sexo en individuos de género desconocido. Para ello, selecciona 120 individuos adultos de diferente sexo y etnia documentados de la colección Terry del Instituto Smithsonian en Washington, D.C. Obtiene una variación mínima entre las dos poblaciones, y a su vez divididas en dos grupos, femeninos y masculinos, donde el 81% de la muestra está correctamente determinada. Sobre esto, se lleva a cabo un análisis discriminante, obtiene para las medidas del astrágalo un 83-88 % de precisión. Mientras que utilizando las medidas de ambos huesos la efectividad aumenta a un 89%. Por lo tanto, realizar un análisis métrico del astrágalo y el calcáneo puede ayudar a la hora de discriminar el sexo (14).

Otra forma de discriminar el sexo con astrágalo y calcáneo, es con el método utilizado por Gunn & McWilliams (15), quienes también incluyen la rótula. Muchos de los criterios que se llevan a cabo en la determinación del sexo son subjetivos y cualitativos, mientras que un análisis volumétrico sería objetivo y cuantitativo. Para ello, seleccionan una muestra de 100 individuos blancos europeos y 100 negros americanos (50 adultos de cada sexo) de la colección Todd del Museo de Historia Natural de Cleveland, Ohio. Sumergen el hueso en agua dentro de un recipiente graduado, midiendo el volumen de los huesos por la cantidad de agua que desplazan. La mayor precisión se obtiene con el calcáneo y la rótula, pero el astrágalo también es útil. Para la población europea, el porcentaje de precisión es 88, 85 y 76% (calcáneo, rótula y astrágalo respectivamente); mientras que para la población americana la precisión es mucho más baja, de 52, 64 y 34% (15).

La validez del método de Steele para determinar el sexo, ha sido evaluada por Silva en 1995 (16). Se centra en la determinación del sexo a través de las dimensiones del astrágalo y el calcáneo en la población adulta de la Colección de Esqueletos Identificados del Museo Antropológico de la Universidad de Coimbra, Portugal. Las medidas utilizadas para el estudio muestran un alto poder discriminante para huesos incompletos. Al realizar los análisis estadísticos correspondientes, no encontró diferencias significativas en las medidas tomadas en el lado derecho e izquierdo. Considera la longitud máxima como una buena medida para predecir el sexo del individuo, aunque todas las medidas en conjunto del astrágalo y el calcáneo tienen un 92,9 % de determinación correcta del sexo (16).

El siguiente estudio de Riepert *et al.* (12), muestra que el trabajo realizado por Steele en 1976 se puede aplicar a casos forenses para identificar el sexo, por medio de radiografías del calcáneo. Se toman radiografías del tobillo en plano lateral y antero-posterior, de 800 pacientes de entre 20-79 años en el Clinic for Radiology de la Universidad de Mainz, Alemania. Posteriormente miden los calcáneos con un calibre de espesor, para realizar una función discriminante de los ángulos y distancias del mismo. Esta función permite tener un 84,4% de precisión para la determinación del sexo en la muestra entera. Pero incluso si solamente toman como varones a los que superen los 86 mm de longitud del calcáneo, y a mujeres las que no lo superen, obtienen un 77,6% de precisión para hombres y un 81,8% para mujeres (12).

Gualdi-Russo en 2006, propone en su trabajo el desarrollo de una función discriminante para la determinación del sexo en una población adulta del norte de Italia, basado en el astrágalo y el calcáneo, probando su validez en otro ejemplo independiente. Los resultados muestran que los valores de los hombres son siempre mayores que los de las mujeres, sin que el índice de asimetría muestre diferencias sexuales significativas (7).

Otros estudios se centran en el peso (9) o en la longitud (10) del astrágalo y el calcáneo, como discriminadores sexuales.

En este trabajo, se pretende llevar a cabo análisis discriminante con las dimensiones y el volumen de astrágalo y calcáneo, para poder utilizar un método de determinación sexual basado en estos huesos y obtener información relevante sobre el volumen de los mismos.

Para realizar el estudio es conveniente tener conocimiento del dimorfismo sexual de nuestra especie. Los humanos son distintos sexualmente en morfología, en tamaño y fuerza en general, en fisiología (los hombres poseen tasas metabólicas más altas) y en su historia vital (alcanzan más tarde la madurez y mueren más jóvenes). Estas diferencias fenotípicas son alcanzadas a través de procesos fisiológicos en los cuales las hormonas reproductivas tienen un papel importante, presentes desde la etapa de desarrollo intrauterino (17).

Cuando se representa en un gráfico la distribución normal de cada sexo, obtenemos dos normales separadas entre sí pero con una zona de solapamiento. Esta zona puede ser más o menos amplia según las variables cuantitativas que se estén incluyendo, en este caso al estar observando tamaño este solapamiento puede ser mayor dependiendo de la población a estudio. Si se consigue reducir este rango donde no se puede predecir el sexo del individuo, se aumentaría el porcentaje de determinación del sexo, ya que ambas normales estarían más alejadas.

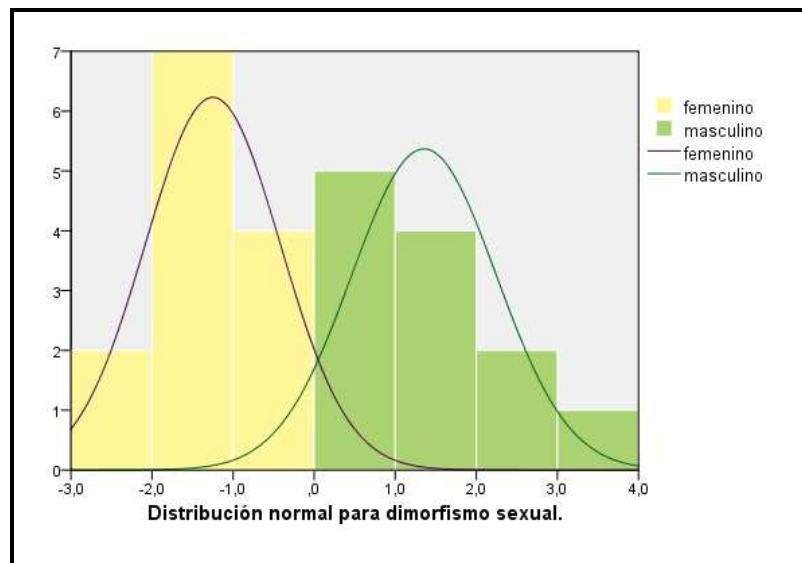


Figura 1. Ejemplo de una distribución normal por sexos. (Fuente propia).

OBJETIVOS

- Conocer el sexo de los individuos a estudio con la metodología utilizada comúnmente para poder realizar el posterior análisis estadístico.
- Obtener las variables métricas del astrágalo y el calcáneo para utilizarlas como indicadores del sexo en los restos óseos estudiados.
- Analizar las variables métricas individualmente para saber el aporte de cada una de ellas al estudio.
- Conocer las variables métricas que diferencian claramente los dos sexos para realizar funciones discriminantes de forma conjunta y obtener el porcentaje de clasificación correcto de los individuos a estudio.
- Calcular una función discriminante con todas las variables para clasificar los casos cuyo sexo es posible conocer por otros métodos.
- Calcular la función discriminante de las variables volumétricas en astrágalo y calcáneo para conocer el porcentaje de correcta clasificación que proporcionan estas variables.

MATERIAL Y MÉTODOS

La población procede del cementerio de San Nicolás, el cual presenta más de cinco mil inhumaciones excavadas. Se sitúa a extramuros, hacia el sur-suroeste del casco urbano medieval, cerca de donde se establecía una de las zonas de habitación de los mudéjares. Todos los cadáveres, siguiendo el rito islámico, se encuentran en posición decúbito lateral derecho, con el rostro orientado al Sur o Sureste. (18)



Figura 2. Izquierda: Situación del cementerio de San Nicolás en la actual ciudad de Ávila (naranja). El color amarillo representa la muralla de la ciudad. (Tomada de GoogleEarth, 2010).

Figura 3. Derecha: Posición de enterramiento. (Fuente: Alonso Gregorio)(19).

Cuando se recibe el material de la campaña 2003 de San Nicolás (Ávila) con 765 individuos, se tiene que realizar un proceso de limpieza y preparación previa al estudio. Son restos individualizados, donde cada uno está etiquetado con la unidad de excavación, el número de individuo, el número de caja asignada por los arqueólogos y la fecha.

Posteriormente, se procedió a la limpieza de los restos con agua y un cepillo de cerdas blandas, separando las costillas, restos arqueológicos (cerámica, utensilios, etc.) y fauna antes del lavado. Se dejan secar durante 48 horas con duplicados de las etiquetas identificativas y se recogen en bolsas de plástico para su posterior almacenamiento en las cajas asignadas para ello.



Figura 4. Ejemplos de los paquetes y estado de los restos. (Fuente propia).

De los 765 individuos que forman la colección de la campaña 2003, se han podido estudiar 516, debido a las limitaciones del tiempo y al periodo de aprendizaje, de los cuales sólo 67 nos sirven para nuestro estudio, ya que para ello tienen que estar presentes y en buen estado de conservación astrágalo, calcáneo y coxal; solo se incluyen en el estudio individuos adultos (20-79 años) sin patologías.

Determinación del sexo

El método utilizado es el señalado por Bruzek (2002). Se realiza una evaluación visual del coxal que pueda reducir la subjetividad del observador. El problema de la metodología comúnmente usada, es que la preservación del coxal es muy baja en muestras arqueológicas y es necesario investigadores experimentados para la utilización de estos métodos, ya que la subjetividad del observador puede introducir errores en nuestra muestra de estudio. (6)

Por ello, este método permite aplicarlo a estudios con presencia de restos de coxales dañados o incompletos, utilizando para ello cinco caracteres del coxal: Aspecto del surco preauricular,

aspecto de la Escotadura ciática mayor, forma del Arco compuesto, la morfología de la Pelvis inferior y la Proporción isquiopúbica. En cada uno de ellos, toma valores f (femenino), i (indeterminado) o m (masculino), que posteriormente suma y obtiene una valoración global del coxal a estudio (Figura 5).

Estos caracteres reflejan dos áreas morfológicas muy distintas de la pelvis como son el complejo sacroilíaco y el complejo isquiopúbico. Los tres primeros caracteres son adaptaciones del sexo específicas para la locomoción bípeda, y los dos últimos reflejan la adaptación del canal del parto de la pelvis femenina para los requerimientos de la reproducción. Por lo que ambas regiones muestran diferencias anatómicas en ambos sexos, pero no son apreciables antes de la pubertad. (6)

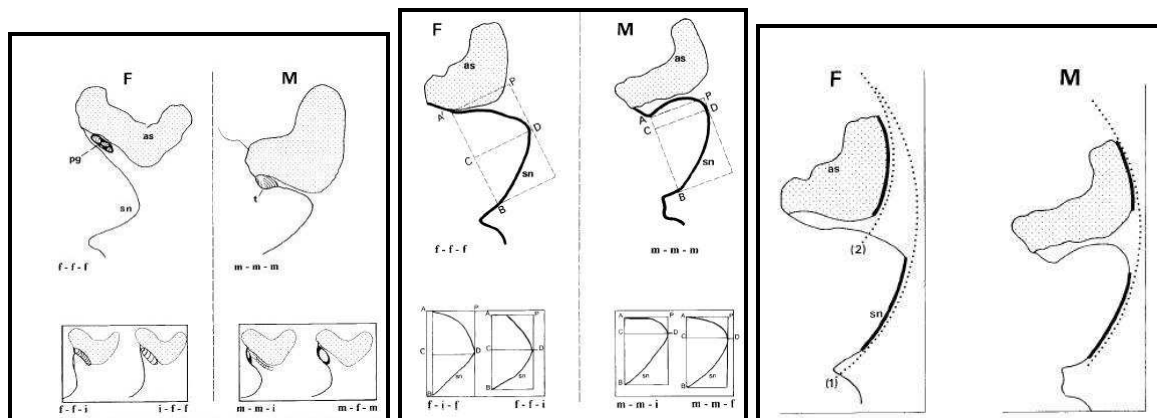
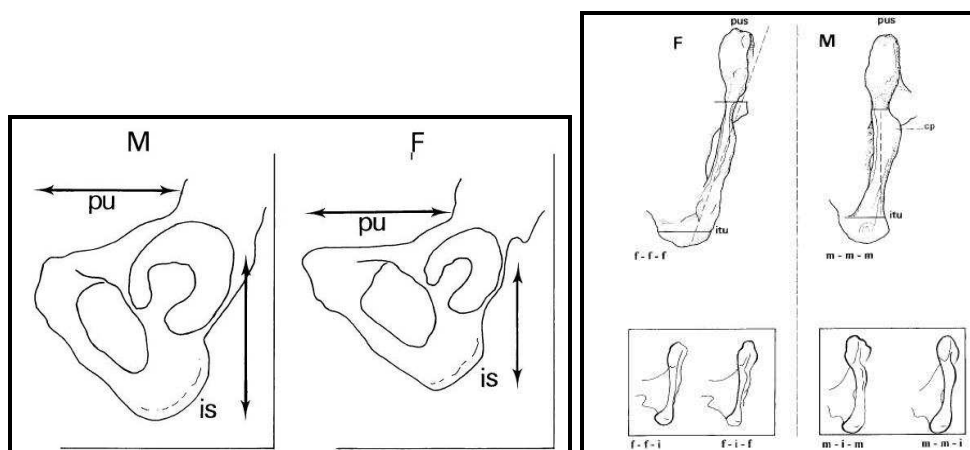


Figura 5. Izquierda: Surco Preauricular. Centro: Escotadura Ciática mayor. Derecha: Arco compuesto. Abajo izquierda: Pelvis inferior. Abajo derecha: Proporción isquiopúbica. (Tomadas de Bruzek) (6).



Estimación de la edad

La estimación de la edad se realiza por dos metodologías distintas. La utilizada por Brooks & Suchey en 1990, estima la edad con una serie de etapas de desarrollo de la morfología de la sínfisis púbica, y la descrita por Rissech *et al.* en 2006, basada en la aplicación de valores siguiendo los estados progresivos de cambio en la zona del acetábulo.

Sínfisis púbica

Los huesos púbicos examinados por Brooks & Suchey proceden de autopsias de individuos modernos de Los Ángeles, California, de los cuales se sabía la edad debido a la obtención de certificados de nacimiento y/o muerte. Contaban con 739 hombres y 273 mujeres de muestra entre 14-99 años. Al examinar estos individuos describieron seis fases para cada uno de los sexos, obteniendo al final doce modelos morfológicos para el desarrollo de la sínfisis púbica.

Dos huesos fueron seleccionados de cada una de las seis fases para ilustrar un patrón de desarrollo temprano y otro tardío. La morfología y los rangos de maduración difieren entre sexos pero llegaron a unas descripciones unificadas para el desarrollo (20).

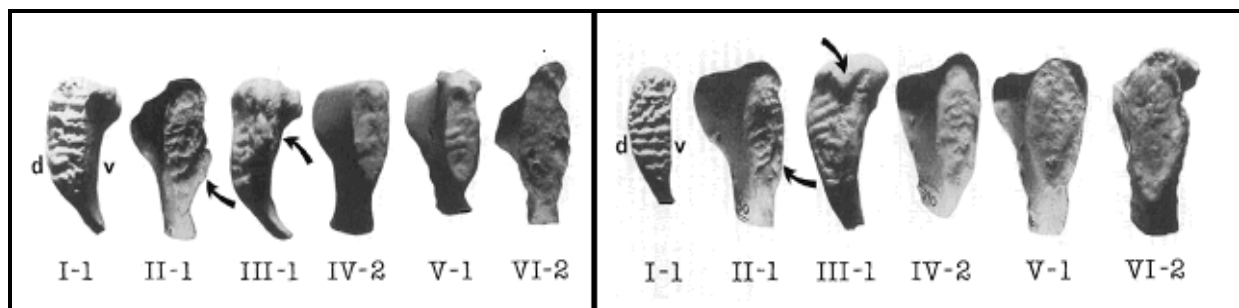


Figura 6. Estadios Sínfisis púbica. Izquierda: femenino. Derecha: masculino. (Tomado de Brooks & Suchey)(20).

Acetábulo

El material utilizado para este método es la Colección de Esqueletos Identificados del Museo Antropológico de la Universidad de Coimbra, Portugal (21), donde se seleccionaron individualmente a 242 hombres con los tres elementos del coxal fusionados (Ilion, isquion y pubis), excluyendo individuos que mostrasen alguna patología en el acetábulo. De un rango de edad de entre 16 a 96 años, y utilizando sólo el coxal derecho, se

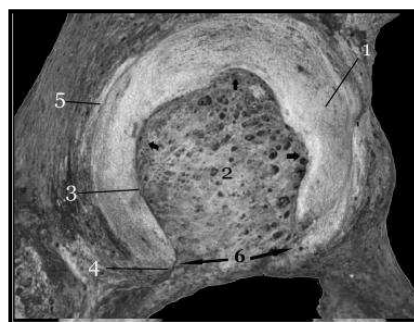


Figura 7. Acetábulo y variables.
(Tomado de Rissech *et al.*) (21).

podieron determinar siete variables: Surco acetabular, forma del borde acetabular, porosidad del borde acetabular, actividad del ápice, actividad del filo externo de la fosa acetabular, actividad de la fosa acetabular y porosidad de la fosa acetabular. A cada variable se le otorga un valor, dependiendo del grado de desarrollo en el que se encuentre, pudiendo ir desde 0 a 6, siendo 0 la situación normal de la variable y 6 el máximo grado alcanzado de desarrollo (21).

Medidas y volumen

Medidas

Una vez completada la primera parte del estudio, la determinación del sexo y la estimación de la edad, se pasa a recoger las variables métricas del astrágalo y el calcáneo que se utilizarán en los análisis posteriores. Se realiza una recopilación de todas las medidas, que podrían ser de utilidad a la hora de hacer una discriminación sexual, empleadas por los investigadores: R. Martin (1928), D.G. Steele (1976) y A.M. Silva (1995). Son tomadas con un calibre de espesor, si es posible en el lado derecho e izquierdo.

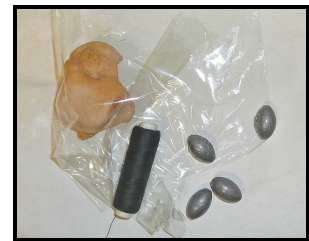
Medidas tomadas para el Calcáneo: Longitud, Longitud Máxima, Altura cuerpo, Altura, Altura Máxima, Anchura medial, Anchura mínima cuerpo, Longitud cuerpo, Longitud tuberosidad, Anchura tuberosidad, Altura tuberosidad, Ancho sustentáculo del astrágalo, Longitud superficie articular dorsal, Ancho superficie articular dorsal, Altura superficie articular dorsal, Anchura mayor superficie articular del cuboides, Altura superficie articular del cuboides, Ancho brazo calcáneo y Longitud brazo calcáneo. Anexo 1. (14) (16) (22).

Medidas tomadas para el Astrágalo: Longitud, Longitud máxima, Anchura, Altura máxima, Altura, Longitud tróclea, Ancho tróclea medial, Ancho tróclea posterior, Ancho tróclea anterior, Altura tróclea, Ancho carilla articular del maleolo fibular, Longitud cuello-cabeza, Longitud cabeza, Ancho cabeza, Altura cabeza, Longitud cara articular del calcáneo, Ancho cara articular del calcáneo y Profundidad cara articular del calcáneo. Anexo 1. (14) (16) (22).

Volumen

Una vez finalizado el apartado anterior, se procede a realizar la toma de la medida del volumen del astrágalo y el calcáneo que presenten buenas condiciones de preservación. Para ello se sigue el siguiente protocolo, puesto a punto para la realización de este trabajo:

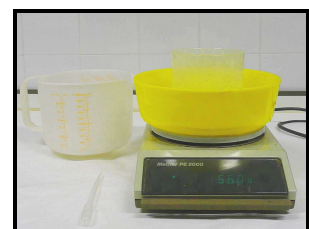
1. Envolver el hueso en plástico transparente cerrando los extremos con celo para evitar la entrada de agua.



2. Eliminar los espacios de aire dentro del plástico mediante un hilo, que sirve también para sujetar las pesas de plomo, imprescindibles debido a que el hueso flota y sin ellas no se podría realizar la medida del volumen.



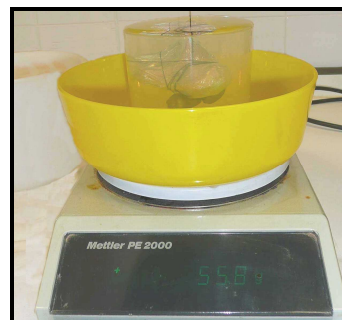
3. Preparar una balanza con un soporte base que recoja el agua que se desplaza, y encima del soporte el recipiente donde se introduce el hueso.



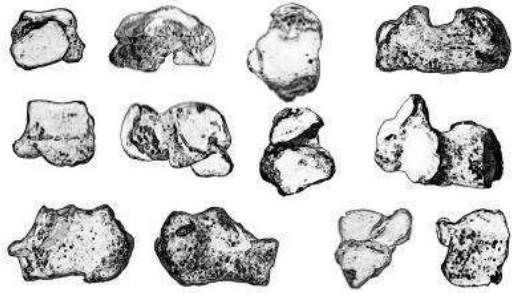
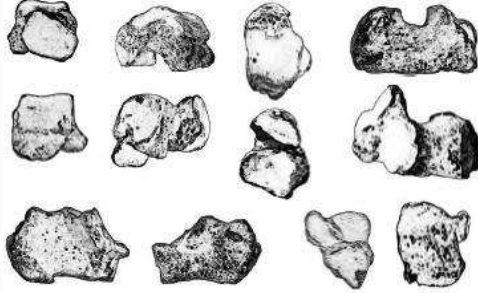
4. Con la balanza a cero, se añade agua (con ayuda de una pipeta Pasteur) hasta alcanzar la capacidad total del mismo, volviendo a poner a cero la balanza una vez concluido el llenado.
5. Introducir el hueso, sujetándolo con hilo para retirarlo rápidamente.



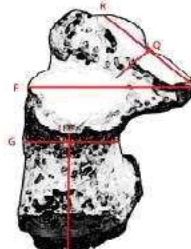
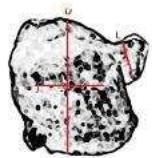
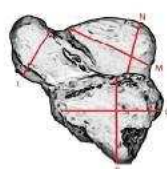
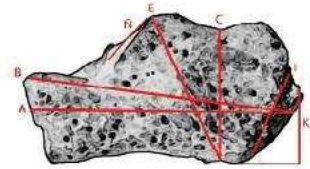
6. El agua que desplaza el hueso (gramos de agua) es la medida del volumen del mismo (cm^3), debido a que se considera la densidad del agua como 1 g/cm^3 .
7. Se pesa el agua en otro recipiente diferente para asegurar la medida, recogiendo las gotas sobrantes con la pipeta.
8. Volumen total: hueso y pesas. Las pesas de plomo tienen un volumen de $1,75 \text{ cm}^3$ cada una, restándolo al total se obtiene el del hueso.



Todos estos métodos son recogidos en una ficha de laboratorio que consta de dos partes, una parte general donde se puede encontrar el inventario de los restos a estudio, estado de conservación de los mismos y el sexo (6), y edad del individuo (20-21); y otra parte, que muestra un estudio específico con un cuadro para la obtención de medidas del astrágalo y el calcáneo en el lado derecho e izquierdo (Figura 8) (14) (16) (22).

COLECCIÓN:	INDIVIDUO:	CAJA:	FECHA:	INVESTIGADOR:																																																																			
Conservación Calcáneo		Conservación Astrágalo																																																																					
Inventario Calcáneo: Caracteres de interés y patologías:		Inventario Astrágalo: Caracteres de interés y patologías:																																																																					
		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <p>LEYENDA CONSERVACIÓN</p> <p><input type="checkbox"/> Completo</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Fragmentado</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ausente</p> </div> <div style="flex: 2;">  </div> </div>																																																																					
DETERMINACIÓN SEXO. Bruzek, 2002.		ESTIMACIÓN EDAD. Rissech et al, 2006.		ESTIMACIÓN EDAD. Brooks&Suchey, 1990.																																																																			
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>SUPERFICIE PREAURICULAR</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>ESCOTADURA CLÁTICA MAYOR</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>ARCO COMPUESTO</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PELVIS INFERIOR</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PORCIÓN ISQUIOTÚBICA</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CONCLUSIONES</td><td colspan="4"></td></tr> </table>		SUPERFICIE PREAURICULAR					ESCOTADURA CLÁTICA MAYOR					ARCO COMPUESTO					PELVIS INFERIOR					PORCIÓN ISQUIOTÚBICA					CONCLUSIONES					<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>VARIABLES</th> <th>VALOR</th> </tr> <tr><td>SURCO ACETABULAR</td><td></td></tr> <tr><td>FORMA DEL BORDE ACETABULAR</td><td></td></tr> <tr><td>POROSIDAD DEL BORDE ACETABULAR</td><td></td></tr> <tr><td>ACTIVIDAD APEX</td><td></td></tr> <tr><td>ACTIVIDAD FILO EXT. FOSA ACETABULAR</td><td></td></tr> <tr><td>ACTIVIDAD FOSA ACETABULAR</td><td></td></tr> <tr><td>POROSIDAD DE LA FOSA ACETABULAR</td><td></td></tr> </table>		VARIABLES	VALOR	SURCO ACETABULAR		FORMA DEL BORDE ACETABULAR		POROSIDAD DEL BORDE ACETABULAR		ACTIVIDAD APEX		ACTIVIDAD FILO EXT. FOSA ACETABULAR		ACTIVIDAD FOSA ACETABULAR		POROSIDAD DE LA FOSA ACETABULAR		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>FASE SINFISIS</th> <th>RANGO EDAD (AÑOS)</th> <th>CONCLUSIÓN</th> </tr> <tr><td>I</td><td>15-24</td><td></td></tr> <tr><td>II</td><td>19-40</td><td></td></tr> <tr><td>III</td><td>21-53</td><td></td></tr> <tr><td>IV</td><td>26-70</td><td></td></tr> <tr><td>V</td><td>25-85</td><td></td></tr> <tr><td>VI</td><td>42-87</td><td></td></tr> </table>	FASE SINFISIS	RANGO EDAD (AÑOS)	CONCLUSIÓN	I	15-24		II	19-40		III	21-53		IV	26-70		V	25-85		VI	42-87	
SUPERFICIE PREAURICULAR																																																																							
ESCOTADURA CLÁTICA MAYOR																																																																							
ARCO COMPUESTO																																																																							
PELVIS INFERIOR																																																																							
PORCIÓN ISQUIOTÚBICA																																																																							
CONCLUSIONES																																																																							
VARIABLES	VALOR																																																																						
SURCO ACETABULAR																																																																							
FORMA DEL BORDE ACETABULAR																																																																							
POROSIDAD DEL BORDE ACETABULAR																																																																							
ACTIVIDAD APEX																																																																							
ACTIVIDAD FILO EXT. FOSA ACETABULAR																																																																							
ACTIVIDAD FOSA ACETABULAR																																																																							
POROSIDAD DE LA FOSA ACETABULAR																																																																							
FASE SINFISIS	RANGO EDAD (AÑOS)	CONCLUSIÓN																																																																					
I	15-24																																																																						
II	19-40																																																																						
III	21-53																																																																						
IV	26-70																																																																						
V	25-85																																																																						
VI	42-87																																																																						

MEDIDAS CALCÁNEO																					
CALCÁNEO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	N	O	P	Q	R	Volumen (cm³)	
IZQUIERDO																					
DERECHO																					
MEDIDAS ASTRÁGALO																					
ASTRÁGALO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	N	O	P	Q		Volumen (cm³)	
IZQUIERDO																					
DERECHO																					

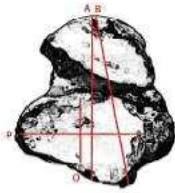
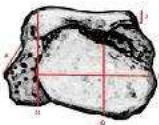
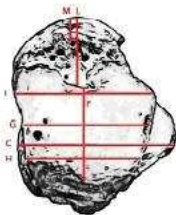




Figura 8. Ficha de laboratorio para la toma de datos. Arriba: valoración general (conservación, sexo y edad). Abajo: tabla para toma de variables. (Fuente propia).

Análisis estadístico

Todos los análisis realizados con la aplicación estadística SPSS 17.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtiene la tendencia central, la dispersión y la distribución de cada variable, con las pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov para N superior a 50 y Shapiro-Wilk para N menor de 50). Una vez realizado el análisis de normalidad, al tener variables del lado derecho e izquierdo, se comparan con un test de comparación de medias (T de Student) para variables dependientes, ya que se trata de datos de cada individuo, y con un test no paramétrico (prueba de Wilcoxon) para conocer la simetría bilateral de la población a estudio. Así se obtienen las variables que no presentan diferencias entre el lado izquierdo y derecho.

Una vez realizado esto, se lleva a cabo un análisis discriminante para las medidas en conjunto (inclusión forzosa) y de forma individual (inclusión paso por paso), para ver cuales son las que mayor poder discriminante tienen y diferenciar los grupos con el mayor porcentaje posible de correcta clasificación (23).

Para llevar a cabo este estudio es necesario conocer cuántos individuos tenemos de cada sexo y el comportamiento de las variables a estudio. En la siguiente tabla obtenemos el NMI (número mínimo de individuos = 67) y la N de cada sexo. Siendo los individuos indeterminables son aquellos en los que no se ha podido establecer el sexo por el método previamente utilizado. Por lo que se puede apreciar en la tabla obtenemos una muestra relativamente pequeña para cada sexo.

TABLA I. Frecuencias del número de individuos por sexo.					
SEXO					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	femenino	27	40,3	40,3	40,3
	masculino	25	37,3	37,3	77,6
	indeterminable	15	22,4	22,4	100,0
	Total	67	100,0	100,0	

Al realizar los análisis correspondientes para la simetría bilateral se tendría que encontrar que no hay diferencias significativas entre el lado derecho e izquierdo. Pero se observa que en algunas variables si hay diferencias, como las encontradas en el calcáneo: Anchura tuberosidad y altura superficie articular dorsal; y en el astrágalo: Anchura, altura máxima, altura tróclea, altura cabeza astrágalo y ancho cara articular con calcáneo. Por lo tanto, estas variables son tomadas para el análisis discriminante en el lado izquierdo y derecho respectivamente, mientras que para el resto que no presentan diferencias se toma la media de ambos lados.

Se obtiene en el análisis de igualdad de medias que no hay diferencias significativas en algunas variables y por lo tanto se tienen que descartar para el estudio (Anchura superficie articular dorsal y Anchura brazo para el calcáneo; Altura cabeza derecha y Profundidad cara articular calcáneo, para el astrágalo), ya que se necesitan las variables que difieran en las medias de los grupos para poder discriminar entre sexos de la mejor forma posible. Se decide que el nivel de significación para que la variable entrara en la ecuación fuera del 95% y el nivel de tolerancia de 1 (variabilidad explicada).

Es preciso señalar que algunas funciones presentan un valor de probabilidad del estadístico M de Box inferior al nivel de significación aceptado del 95%, esto nos indica que los resultados de la matriz de clasificación pueden ser erróneos, pues en este caso la regla de clasificación óptima no se obtiene con funciones lineales sino con funciones cuadráticas, por lo cual no serán válidas para el estudio (1).

Posteriormente, se realiza un análisis discriminante paso a paso con el método de la distancia de Mahalanobis para las medidas del calcáneo y el astrágalo que cumplan los requisitos establecidos, donde se obtienen unas predicciones para la determinación del sexo de variable en variable. Después se realiza el mismo análisis pero con todas las variables a un tiempo, y se observa cual tiene mayor poder discriminante, obteniendo unos estadísticos para la función que nos informan de las características y el comportamiento de la misma.

De esta forma, se obtienen las variables con mayor porcentaje de buena clasificación del sexo de forma individual para el calcáneo: Longitud (80%), Longitud máxima (82,5%), Altura cuerpo (75,6%), Altura (78,8%), Anchura tuberosidad derecha (77,8%), Altura tuberosidad

(82,9%), Longitud superficie articular dorsal (80%), Anchura superficie articular del cuboides (83,8%) y Volumen (77,8%).

Se realiza el mismo procedimiento para el astrágalo, donde las variables con mayor porcentaje de correcta clasificación de forma individual son: Longitud (86,4%), Longitud máxima (76,1%), Anchura derecha (76,7%), Altura (77,6%), Longitud cara articular con calcáneo (82,5%) y Volumen (83,9%).

En el calcáneo la variable con mayor porcentaje de clasificación de forma individual es la variable Anchura superficie articular del cuboides, su distribución se representa en el siguiente gráfico y se observa una separación entre la curva para femenino y masculino, donde los femeninos presentan mayor número de casos, pero con gran solapamiento entre ambos (Gráfico 1).

La Longitud del astrágalo, en este caso es el que mayor porcentaje presenta de las medidas tomadas en el astrágalo, sigue la siguiente distribución descrita en el Gráfico 2. Se observa una separación entre los grupos, diferenciándose cada uno con una curva de normalidad donde también presentan un solapamiento claro pero menor que en la Anchura de la superficie del cuboides del calcáneo. Por lo que esta última variable es la que mejor distribución presenta.

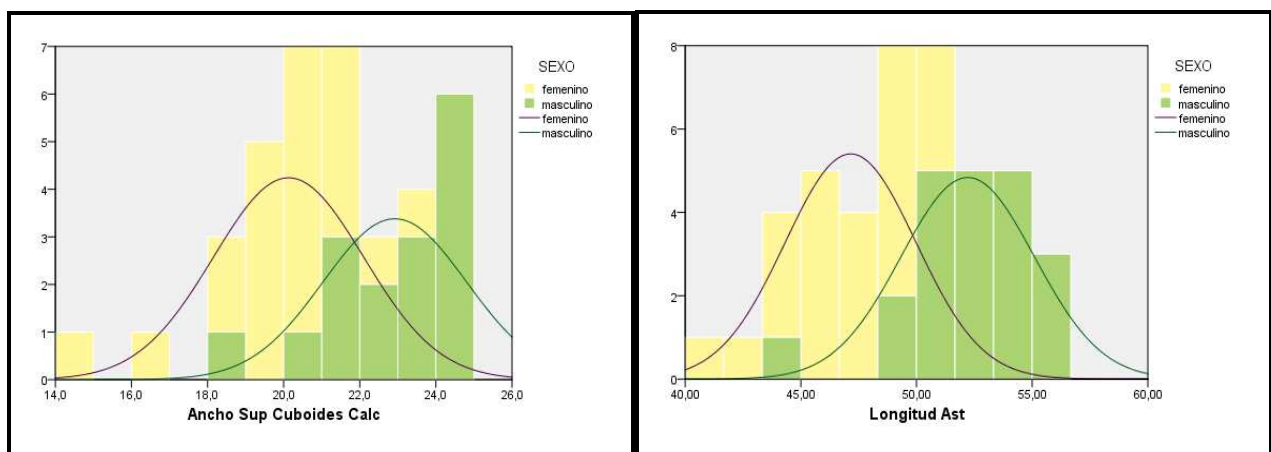


Gráfico 1. Distribución para variable Anchura superficie articular del cuboides del calcáneo. **Gráfico 2.** Distribución para la variable Longitud astrágalo. Amarillo femenino y verde masculino.

Se obtienen estadísticos para cada variable que nos informan de las características y el comportamiento de la función: Lambda de Wilk's (LW) indica la proporción de variabilidad (cercano a cero indica que los grupos son distintos), la correlación canónica informa de las variables que permiten diferenciar entre los grupos (cuanto mayor es el valor más grande será la diferencia) y la distancia de Mahalanobis que muestra la distancia de cada grupo teniendo en cuenta los centroides o posición central. Estos estadísticos muestran las diferencias y la distancia entre los grupos. El Volumen del calcáneo y del astrágalo son los que muestran una LW menor y una correlación mayor de todas las variables tomadas de forma individual, por lo que con estas dos variables se obtienen unas distribuciones bastante separadas pero con un porcentaje todavía pequeño al requerido para el estudio (Gráfico 3 y 4).

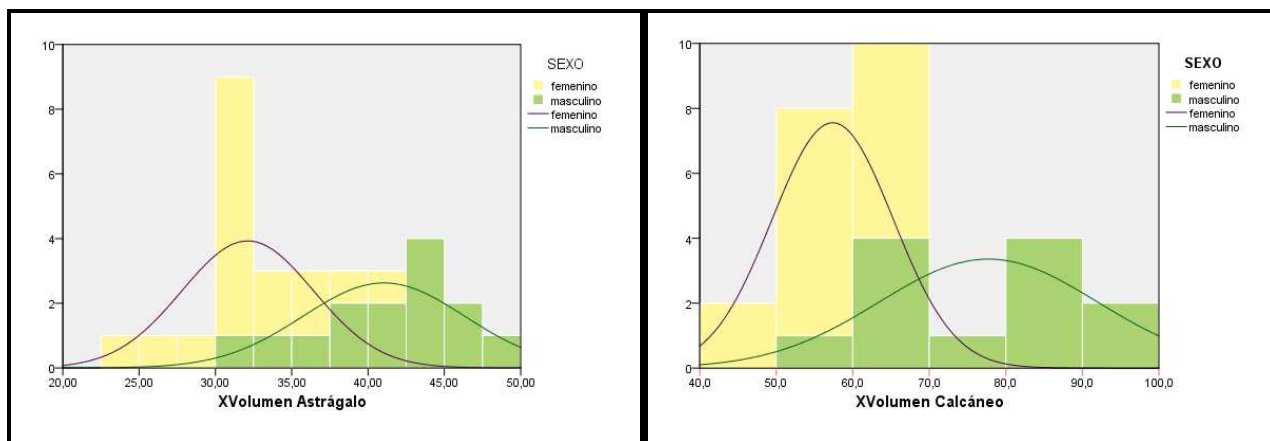


Gráfico 3. Distribución para la variable volumen astrágalo. **Gráfico 4.** Distribución para la variable volumen calcáneo. Amarillo femenino y verde masculino.

Si se clasifican los individuos de forma que solo se utilice una variable para ello, el porcentaje de correcta clasificación nunca excede del 90%, siendo todavía muy bajo para la utilización de este método en poblaciones arqueológicas. Para aumentar este porcentaje y mejorar así la distribución de la muestra hay que utilizar en el estudio más de una variable (Gráfico 5 y 6), el problema encontrado es que se reduce el número de individuos que se toman para el análisis, ya que no puede haber una medida ausente para la realización de la función discriminante.

A continuación, se lleva a cabo un análisis multivariante paso a paso de todas las variables conjuntamente, pudiendo entrar y salir en éste variando el porcentaje de clasificación para observar cuáles son las que diferencian ambos grupos. De esta manera, se obtienen las siguientes funciones discriminantes para el calcáneo con las variables resultantes por el

método de inclusión forzosa. La función 1 tiene un poder de discriminación del 88,5% como se observa en la tabla I, mientras que la función 2 tiene un porcentaje de correcta clasificación del 96,3% de los casos, por lo que la inclusión de variables distintas a la función 1 hace que mejore la clasificación de los grupos. En la función 3, se añade al análisis anterior la variable Anchura medial del calcáneo, pero no se obtienen cambios en la predicción siendo igualmente del 96,3%, por lo que esta variable no influye en el proceso de clasificación aunque se incluya en el estudio. Estas funciones obtienen un valor para M de Box superior al requerido lo que indica que son correctas las clasificaciones (Tabla II).

Las siguientes dos funciones se realizan por inclusión forzosa de las variables que de forma individual se obtenía un alto porcentaje de clasificación correcta de los casos. La función 4 da como resultado un 95,2% de correcta clasificación, y en la función 5, retirando del análisis anterior la variable Anchura tuberosidad derecha, se observa que el porcentaje disminuye a un 92,6%. En el caso de la función 4, no se obtiene un valor de M de Box debido a que las variables incluidas de forma individual tampoco presentaban este valor superior al requerido, por lo que podría ser errónea la clasificación, mientras que para la función 5 se obtiene un valor superior al establecido, por lo que esta función está realizando la clasificación correctamente, siendo más fiable a la hora de la determinación del sexo aunque su porcentaje sea menor (Tabla II).

TABLA II. Funciones discriminantes obtenidas por variables del calcáneo.					
DATOS GENERALES	Función 1	Función 2	Función 3	Función 4	Función 5
LW	0,346	0,287	0,284	0,177	0,286
Equivalente F	22,292	27,49	27,043	25,951	26,902
Probabilidad	0	0	0	0,001	0
Función de Clasificación					
Coef. Canónicos no Estand.	0,809	0,845	0,846	0,907	0,845
Constante	-19,278	-21,58	-20,839	-26,688	-19,813
Centroide mujeres	-1,131	-1,164	-1,171	-1,449	-1,166
Centroide hombres	1,543	1,979	1,991	2,989	1,982
Tabla de Clasificación (p = 0.5) Ambos grupos con probabilidades iguales a priori					
M de Box	0,328	0,649	0,77	-	0,589
Bien Clasificados (n - %)	23-88,5%	26-96,3%	26-96,3%	20-95,2%	25-92,6%
Bien Clasificados femeninos	14-53,8%	16-59,26%	16-59,26%	13-61,9%	16-59,26%
Bien Clasificados masculinos	9-34,6%	10-37,04%	10-37,04%	7-33,3%	9-33,3%
Mal Clasificados (n - %)	3-11,5%	1-3,7%	1-3,7%	1-4,8%	2-7,4%
Total	26	27	27	21	27
VARIABLES. Función 1: XAltCuC + XVolC + XAltMxC + XLongSupDC + XAncCubC + XLongBrC. Función 2: XAltCuC + XAltMxC + XLongSupDC + XAncCubC + XLongBrC + XAltC. Función 3: XAltCuC + XAltMxC + XLongSupDC + XAncCubC + XLongBrC + XAltC + XAncMedC. Función 4: XLongC + XLongMxC + XAltCuC + XAltC + XAltTubC + XLongSupDC + XAncCubC. Función 5: XLongC + XLongMxC + XAltCuC + XAltC + XAltTubC + XLongSupDC + XAncCubC.					

En el caso del astrágalo, se calculan cuatro funciones por inclusión forzosa de las variables que mayor poder discriminante obtenían por el método paso a paso, incluyendo y excluyendo alguna de las variables para ver cómo varía la clasificación del sexo; y una con los porcentajes obtenidos de forma individual. La función 1, presenta un 85,2% de correcta clasificación, mientras que en la función 2, al cambiar el Volumen por la Anchura derecha, el porcentaje disminuye a un 82,1% y el valor M de Box no supera el requerido, lo que indica que la variable Volumen es representativa para esta función. La función 3 presenta un porcentaje de clasificación correcta del 83,3%, siendo esta combinación de variables la segunda que mejor diferencia a los grupos. En la función 4 al añadir la variable Altura máxima derecha, el porcentaje disminuye a un 81,3% y el valor de M de Box no supera la probabilidad requerida, por lo que esta variable hace que el porcentaje de correcta clasificación sea menor que sin ella, pudiendo a su vez ser errónea la clasificación.

La última y quinta función es una combinación de las variables: Longitud, Longitud máxima, Anchura derecha, Altura y Longitud cara articular calcáneo; que individualmente mostraban un mayor porcentaje de correcta clasificación, sin que el método paso a paso las eligiera como mejores discriminantes entre todas las variables, obteniendo así un porcentaje del 80% de correcta clasificación por el método de inclusión forzosa. Se observa que al incluir las variables seleccionadas por el método paso a paso, se obtiene mayor porcentaje de correcta clasificación que si sólo se incluyen por sus porcentajes individuales (Tabla III).

Como se observa en la Tabla III, la función con mejor poder discriminante es la 1, pero si se desea obtener el porcentaje de clasificación sin la variable Volumen, ya que más adelante se analizarán por separado, la función 3 sería la que mayor índice de aciertos presente.

TABLA III. Funciones discriminantes obtenidas por variables del astrágalo.

DATOS GENERALES	Función 1	Función 2	Función 3	Función 4	Función 5
LW	0,438	0,498	0,493	0,516	0,498
Equivalente F	18,162	16,045	22,281	14,844	17,76
Probabilidad	0,006	0,014	0	0,007	0,003
Función de Clasificación					
Coefficientes Canónicos	0,75	0,709	0,712	0,695	0,708
Constante	-12,763	-17,606	-19,339	-18,743	-17,108
Centroide mujeres	-0,975	-0,838	-0,932	-0,88	-0,848
Centroide hombres	1,219	1,118	1,042	0,998	1,108
Tabla de Clasificación (p = 0.5). Ambos grupos con probabilidades iguales a prior					
M de Box	0,065	0,033	0,359	0,034	0,539
Bien Clasificados (n - %)	23-85,2%	23-82,1%	30-83,3%	26-81,3%	24-80%
Bien Clasificados femeninos	13-48,15%	14-50%	17-47,2%	14-43,75%	15-50%
Bien Clasificados masculinos	10-37,04%	9-32,14%	13-36,1%	12-37,5%	9-30%
Mal Clasificados (n - %)	4-14,8%	5-17,9%	6-16,7%	6-18,7%	6-20%
Total	27	28	36	32	30

VARIABLES. Función 1: XAltA + XLongA + XVolA + XLongCACA + AltMxA_Dch + XAncTrMA. **Función 2:** XAltA + XLongA + XLongCACA + AltMxA_Dch + XAncTrMA + AncA_Dch. **Función 3:** XAltA + XLongA + XLongCACA + XLongCCA + XAncTrAA. **Función 4:** XAltA + XLongA + XLongCACA + XLongCCA + XAncTrAA + AltMaxA_Dch. **Función 5:** XLongA + XLongMxA + AncA_Dch + XAltA + XLongCACA.

Por último, se realiza el análisis con el método paso a paso para las medidas de calcáneo y astrágalo de forma conjunta. Se obtienen las variables con mayor poder de discriminación y las funciones discriminantes de las mismas, por el método de inclusión forzosa. En la primera función se incluyen todas las variables seleccionadas por el método, obteniendo una clasificación correcta en el 96,3% de los casos. En las siguientes funciones hasta la función 5, se van excluyendo variables para ver si modifica la clasificación. El porcentaje no cambia hasta la función 6, cuando se excluye del análisis la variable longitud cara articular con calcáneo, que disminuye a un 87,9% de casos bien clasificados, por lo que esta variable es importante para la función de discriminación (Tabla IV).

En la última función se incluyen el volumen del calcáneo y el volumen del astrágalo, obteniendo un 88% de correcta clasificación del sexo sólo con estas dos variables (Tabla IV). El volumen es el espacio ocupado por un cuerpo, recogiendo las variables de anchura, altura y longitud, sólo hace falta realizar esta medida para poder hacer una valoración global que sea un buen discriminante del sexo.

TABLA IV. Funciones discriminantes obtenidas a partir de las variables del calcáneo y astrágalo.

DATOS GENERALES	Función 1	Función 2	Función 3	Función 4	Función 5	Función 6	Función 7
LW	0,24	0,243	0,246	0,25	0,31	0,349	0,397
Equivalente F	26,44	27,556	28,039	29,127	33,202	29,515	20,314
Probabilidad	0,015	0,004	0,002	0	0	0	0
Función de Clasificación							
Coefficientes Canónicos	0,872	0,87	0,868	0,866	0,831	0,807	0,776
Constante	-26,534	-25,957	-25,698	-25,549	-18,174	-18,556	-8,467
Centroide mujeres	-1,315	-1,301	-1,292	-1,279	-1,166	-1,068	-1,047
Centroide hombres	2,236	2,212	2,196	2,174	1,793	1,644	1,333
Tabla de Clasificación (p = 0.5) Ambos grupos con probabilidades iguales a priori							
M de Box	-	-	-	0,471	0,098	0,194	0,151
Bien Clasificados (n - %)	26-96,3%	26-96,3%	26-96,3%	26-96,3%	31-93,9%	29-87,9%	22-88%
Bien Clasificados femeninos	16-59,26%	16-59,26%	16-59,26%	16-59,26%	18-54,5%	17-51,5%	12-48%
Bien Clasificados masculinos	10-37,04%	10-37,04%	10-37,04%	10-37,04%	13-39,4%	12-36,36%	10-40%
Mal Clasificados (n - %)	1-3,7%	1-3,7%	1-3,7%	1-3,7%	2-6,1%	4-12,1%	3-12%
Total	27	27	27	27	33	33	25

VARIABLES. Función 1: XAltCuC + XAtMxC + XLongSupDC + XAncCubC + XLongBrC + XAltC + XAltA + XLongA + XLongMxA + XLongCACA + XLongCCA + XAncTrAA + XAncTrMA. **Función 2:** XAltCuC + XAltMxC + XLongSupDC + XAncCubC + XLongBrC + XAltC + XAltA + XLongA + XLongMxA + XLongCACA + XLongCCA + XAncTrMA. **Función 3:** XAltCuC + XAltMxC + XLongSupDC + XAncCuC + XLongBrC + XAltC + XAltA + XLongA + XLongMxA + XLongCACA. **Función 4:** XAltCuC + XLongSupDC + XAncCubC + XLongBrC + XAltC + XLongA + XLongMxA + XLongCACA. **Función 5:** XAltCuC + XLongSupDC + XAncCubC + XLongBr + XLongA + XLongMxA + XLongCACA. **Función 6:** XAltCuC + XLongSupDC + XAncCubC + XLongBrC + XLongA + XLongMxA. **Función 7:** XVolC + XVolA.

Se crean funciones discriminantes para cada variable para que todos los individuos tengan la posibilidad de estar sexados al menos con una función, independientemente si los huesos estaban o no completos. Y por otro lado, se crean otras funciones donde se introducen todas las variables de cada hueso, aunque el tamaño muestral disminuya, para así obtener la mejor función con mayor poder predictivo al combinar más de una característica.

En los estudios de Steele (14) y Silva (16), las variables con mayor poder discriminatorio son la Longitud y Longitud máxima del calcáneo y del astrágalo, mientras que en este estudio estas variables varían cuando se lleva a cabo por el método de inclusión paso a paso. Esto es debido a que en este estudio se utilizan más variables para realizar las funciones discriminantes, ya que están incluidas también las descritas por Martin (21), y a que están recogidas de una población antigua (s. XI-XVI), donde el estado de preservación no es tan bueno como el utilizado por estos investigadores. También hay que señalar que cada población tiene unas características propias y que por tanto las variables que diferencian mejor el sexo dentro de cada una serán distintas en cada caso.

Hay que tener en cuenta, que con las variables métricas se está valorando el tamaño del individuo y éste siempre varía dentro de una población, pudiendo encontrar individuos que no corresponden con la media del grupo al que pertenecen, estando mal clasificados. Por este motivo se intenta obtener un método en el cuál no se utilicen variables que determinen tamaño y sí variables como el volumen que englobaría a todas las anteriores de forma conjunta, pero es difícil ya que no todos los huesos se preservan por igual por lo que se tendrían que utilizar otras variables para sexar a los individuos cuando por el volumen no se haya conseguido. Se determina la función discriminante para el volumen del astrágalo y calcáneo con la siguiente fórmula:

$$Y = \text{coeficiente1} \times \text{variable 1} + \text{coeficiente 2} \times \text{variable 2} + \text{constante}$$

Los coeficientes y la constante se obtienen en las salidas del programa SPSS al realizar la función discriminante, por lo que sustituyendo los valores que nos aportan estas variables de los individuos queridos para determinar el sexo (en este caso los indeterminables) se obtiene un valor positivo o negativo que se compara con los centroides de los grupos.

En esta población la función discriminante para el volumen de ambos huesos sería:

$$Y = 0,014 \times \text{XVolC} + 0,206 \times \text{XVolA} - 8,467$$

En algunos individuos indeterminados que no se ha podido establecer el sexo mediante esta función, al no poder realizar la medida de la variable volumen, como anteriormente se han obtenido las funciones discriminantes para el calcáneo, astrágalo y para ambos, se determina el sexo del individuo en base a ellas:

$$Y = 0,04 \times \text{XAltCuC} - 0,037 \times \text{XAltMxC} + 0,067 \times \text{XLongSupDC} + 0,396 \times \text{XAncCubC} + 0,16 \times \text{XLongBrC} + 0,176 \times \text{XAltC} - 20,839 \text{ (Función con 96,3\% de clasificación para el calcáneo con distribución normal separada gracias a este porcentaje) (Gráfico 5).}$$

$$Y = - 0,291 \times \text{XAltCuC} - 0,223 \times \text{XLongSupDC} + 0,494 \times \text{XAncCubC} + 0,131 \times \text{XLongBrC} + 0,202 \times \text{XAltC} + 0,306 \times \text{XLongA} - 0,016 \times \text{XLongMxA} + 0,128 \times \text{XLonCACA} - 25,549. \text{ (Función discriminante de astrágalo + calcáneo con un 93,9\% de correcta clasificación).}$$

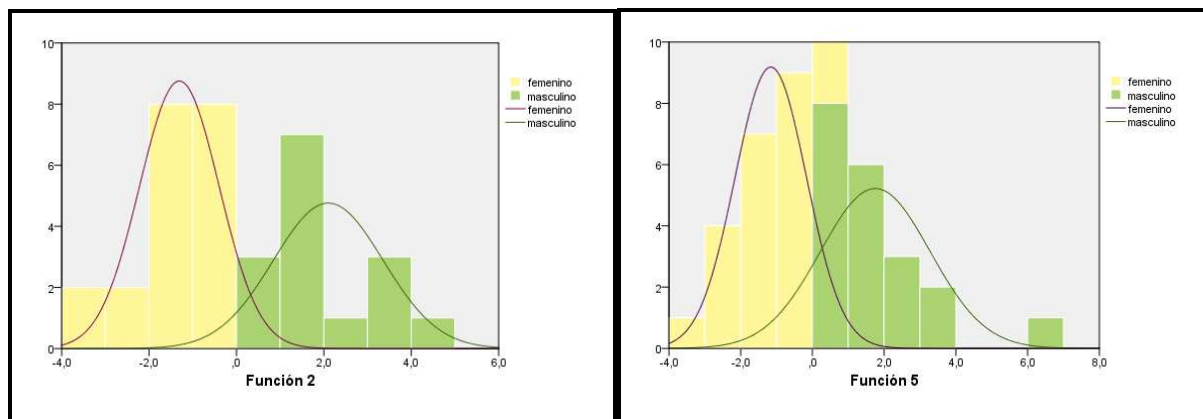


Gráfico 5: Distribución normal para Función 2 del calcáneo con 96,3% de correcta clasificación. **Gráfico 6:** Distribución normal para Función 5 de calcáneo + astrágalo con 93,9% de correcta clasificación.

Se clasifica a los individuos indeterminados por estas tres funciones obtenidas (volumen, calcáneo y astrágalo + calcáneo) y se excluye la función del astrágalo debido a que posee un índice menor de correcta clasificación, donde algunos individuos se clasifican de forma diferente a estas otras funciones pudiendo ser errónea. De los individuos indeterminados (N=15), se obtienen 7 sin clasificar y los 8 resultantes se clasifican 50% femeninos y 50% masculinos. Los individuos que quedan sin clasificar es debido a que no se realiza la función discriminante si alguna variable de las que forman la función no está presente, por lo tanto no se obtiene resultado en ese caso. Por este motivo es conveniente realizar una función discriminante que tengo un alto índice de correcta clasificación con el menor número de variables posibles, para no reducir el número de individuos del análisis y poder obtener una clasificación en el mayor número de casos.

En el astrágalo, por ejemplo, al realizar la función de discriminación con un conjunto de variables el porcentaje obtenido es menor que si se realizase el análisis con una variable solamente puede ser debido a la disminución del número de casos seleccionados para el análisis, como se indica anteriormente, o por ser más susceptible a variaciones en la forma que no están relacionadas con el sexo del individuo.

Esto implicaría que si la muestra de estudio aumenta las variables que el programa selecciona para el análisis que aportan un gran poder discriminante puedan variar. Las condiciones de preservación pueden influir en la toma diferencial de las variables haciendo que las recogidas para el estudio hayan proporcionado diferencias significativas entre los grupos cuando en realidad puede que no las tengan.

CONCLUSIONES

- El volumen de astrágalo y calcáneo son las variables que muestran unas distribuciones donde los sexos están claramente separados por los estadísticos obtenidos en el análisis discriminante, donde de forma conjunta al realizar la función discriminante se obtiene un 88% de correcta clasificación.
- Las funciones obtenidas a partir del calcáneo y calcáneo + astrágalo muestran unos porcentajes muy altos de clasificación correcta, por lo que son buenas discriminantes del sexo para esta población aumentando la clasificación que se obtenía de forma individual para cada variable (96,3% y 93,9% respectivamente).
- Tomar medidas de ambos huesos aumenta el porcentaje de clasificación correcta, mejorando a su vez la distribución entre los sexos, estando más alejados entre sí.
- Las variables métricas recogidas para el estudio con un alto porcentaje de clasificación obtenido tras el análisis se pueden utilizar para determinar el sexo, obteniendo un índice superior en el calcáneo que en el astrágalo, siempre que se tenga en cuenta el porcentaje de error de la muestra, que se está evaluando el tamaño del individuo y que son recogidas en una población antigua.
- La obtención de la función discriminante en el astrágalo no ha dado el resultado esperado, siendo la clasificación inferior (83,3%) que si se realiza de forma individual en algunos casos, como en la Longitud que presenta un 86,4% de correcta clasificación.
- Cuando se realiza la medida del volumen es necesario que el hueso este completo para no introducir error. El resto de medidas pueden ser tomadas en algún punto donde el hueso esté intacto mientras que no hace falta que se presente completo. Por lo que se ve dificultada la toma de la medida del volumen en poblaciones antiguas debido a su estado de preservación, obteniendo un menor número de individuos que el deseado.
- El número mínimo de individuos utilizados para este estudio es de 67, un número que puede que no sea representativo de la población de la *maqbara* de San Nicolás (Ávila) por a su alto número de exhumaciones.

- Al aumentar el número de variables en el análisis discriminante de forma conjunta, el número de individuos que se analizan es menor. Por tanto las variables seleccionadas varían si el número de individuos incluidos en el estudio aumenta, pudiendo no ser representativo para esta población. Para que esto tenga sentido es necesario obtener una función que tenga las menores variables introducidas posibles para que la muestra no quede reducida y todos los individuos estén clasificados.
- Las variables métricas que el programa selecciona para el análisis, las cuales aportan un gran poder discriminante, puedan variar debido a que las condiciones de preservación influyen en la toma diferencial de las variables, haciendo que las que se puedan recoger hayan proporcionado diferencias significativas entre los grupos cuando en realidad puede que no las posean.
- Hay que tener en cuenta que se valora el tamaño del individuo, por lo que algunos pueden estar clasificados en un grupo erróneo, debido a que cada uno posee unas características propias que pueden no corresponder con la media del grupo al que deberían pertenecer.

AGRADECIMIENTOS

A Milton Núñez por ser un pionero en la idea de medir el volumen, transmitiendo sus conocimientos, y a Miguel Ángel Fernández por sus ideas y el préstamo de material para llevarlo a cabo, ya que sin ello no hubiese sido posible. A los chico/as del “labo” que amenizan las horas que pasamos allí, a mis compis de proyecto, de carrera y a mis amigos del barrio. A toda mi familia por su apoyo e interés por la ciencia. Y sobre todo a Armando por sus consejos y tutorías que sino esto hubiese sido un desastre.

BIBLIOGRAFÍA

- (1)Robles Rodríguez, F.J. Características biológicas de la población Hispanomusulmana de San Nicolás (Murcia. s.XI-XIII). Estudio de los huesos largos. [Tesis Doctoral]. Universidad Autónoma de Madrid; 1997.
- (2) Sociedad Española de Antropología Física (SEAF). 2010. Disponible en URL: www3.unileon.es/seaf.
- (3)Ubelaker, D. Enterramientos Humanos: Excavación, Análisis, Interpretación. 5ª edición. 1ª edición en castellano. San Sebastián: Munibe (Antropología- Arkeología) sup.24. Aranzadi; 2007.
- (4)Campillo, D. Paleopatología. Los primeros vestigios de la enfermedad. Primera parte. Fundación Uriach 1838. Colección Histórica de Ciencias de la Salud; 1996.
- (5)Ferembach, D., Schwidetsky, I. y Stloukal, M. Recommendations for Age and Sex Diagnoses of Skeleton (Workshop of European Anthropologists). J. of Hum. Evol. 1980; 9: 517-549.
- (6)Bruzek, J. A method for visual determination of sex, using the human hip bone. Am. J. of Phys. Anthr. 2002; 117: 157-168.
- (7)Gualdi-Russo, E. Sex determination from the talus and calcaneus measurements. Forensic Science International. 2007; 171:151-156.
- (8)Safont, S., Malgosa, A. y Subira, M. E. Sex assessment on the basis of long bone circumference. Am. J. of Phys. Anthr. 2000; 113:317-328.
- (9)Ahmad, R., Kaukab, N. y Ahmad, I. Weight of calcaneum and talus for determination of sex. Professional Med. J. 2006; 13(1):17-22.
- (10)Koshy, S., Vettivel, S. y Selvaraj, K. G. Estimation of length of calcaneum and talus from their bony markers. Forensic Science International. 2002; 29:200-204.
- (11)Campillo, D. y Subirà M.E. Antropología Física para Arqueólogos. Barcelona: Ariel Prehistoria; 2004.
- (12)Riepert, T., Drechsler, T., Schild, H., Nafe, B. y Mattern, R. Estimation of sex on the basis of radiographs of the calcaneus. Forensic Sciences International. 1996; 77:133-140.
- (13)White, T.D. y Pieter, A.F. The human bone manual. Elsevier; 2005.
- (14)Steele, D. G. The estimation of sex on the basis of the talus and calcaneus. Am. J. of Phys. Anthr. 1976; 45: 581-588.

- (15)Gunn, M. C. y McWilliams, K.R. A method for estimating sex of the human skeleton from the volume of the patella, talus, or calcaneus. *Homo* XXXI. 1980, 3-4: p. 189-198.
- (16)Silva, A. M. Sex assessment using the calcaneus and talus. *Antrop. Port.* 1995; 13: 107-119.
- (17)Méndez, M.G. y Ferrarini S.O. Dimorfismo sexual y cefalometría en etnias chaqueñas: una lectura desde la antropología evolutiva. *Rev. Esp. Antrop. Fís.* 2006; 26:75-92.
- (18)Moreda Blanco, F.J. y Serrano R. Excavación Arqueológica en el cementerio de Rito Islámico de San Nicolás, Ávila. (Mayo-Junio 2002). *Oppidum*. 2008; 4: 185-212.
- (19)Alonso Gregorio, O. y Centeno Cea, I. *La Maqbara de San Nicolás. Trabajos de excavación arqueológica en la Parcela A del Plan Parcial San Nicolás 2 (Ávila)*. Informe inédito depositado en el Servicio Territorial de Cultura de la Junta de Castilla y León en Ávila. Ávila 2006.
- (20)Brooks, S. & Suchey, J. M. Skeletal age determination based on the os pubis: a comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks methods. *Human evolution*. Vol 5, N°3. 1990; 227-238.
- (21)Rissech, C., Estabrook, G. F., Cunha, E. y Malgosa, A. Using the acetabulum to estimate age at death of adult males. *Journal Forensic Science*. Vol 51, N°2. 2006; 213-229.
- (22)Martin, R. y Saller, K. *Lehrbuch der Anthropologie*. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag; 1928.
- (23)Álvarez Cáceres, R. Estadística multivariante y no paramétrica con SPSS. Aplicación a las ciencias de la salud. Editorial Díaz de Santos, S.A.; 1995.

ANEXO 1: ABREVIATURA DE LAS VARIABLES

Abreviaturas de las Variables			
Derecho		Izquierdo	Media D+I
Calcáneo			
LongC_Dch	Longitud	LongC_Izq	XLongC
LongMxC_Dch	Longitud máxima	LongMxC_Izq	XLongMxC
AltCuC_Dch	Altura cuerpo	AltCuC_Izq	XAltCuC
AltC_Dch	Altura	AltC_Izq	XAltC
AltMxC_Dch	Altura máxima	AltMxC_Izq	XAltMxC
AncMedC_Dch	Anchura medial	AncMedC_Izq	XAncMedC
AncMinC_Dch	Anchura mínima cuerpo	AncMinC_Izq	XAncMinC
LongCuC_Dch	Longitud cuerpo	LongCuC_Izq	XLongCuC
LongTubC_Dch	Longitud tuberosidad	LongTubC_Izq	XLongTubC
AncTubC_Dch	Anchura tuberosidad	AncTubC_Izq	XAncTubC
AltTubC_Dch	Altura tuberosidad	AltTubC_Izq	XAltTubC_Izq
AncSustC_Dch	Ancho sustentáculo del astrágalo	AncSustC_Izq	XAncSustC
LongSupDC_Dch	Longitud superficie articular dorsal	LongSupDC_Izq	XLongSupDC
AncSupDC_Dch	Ancho superficie articular dorsal	AncSupDC_Izq	XAncSupDC
AltSupDC_Dch	Altura superficie articular dorsal	AltSupDC_Izq	XAltSupDC
AncSupCubC_Dch	Anchura mayor superficie articular del cuboides	AncSupCubC_Izq	XAncSupCubC
AltSupCubC_Dch	Altura superficie articular del cuboides	AltSupCubC_Izq	XAltSupCubC
AncBrC_Dch	Ancho brazo	AncBrC_Izq	XAncBrC
LongBrC_Dch	Longitud brazo	LongBrC_Izq	XLongBrC
VolC_Dch	Volumen	VolC_Izq	XVolC
Astrágalo			
LongA_Dch	Longitud	LongA_Izq	XLongA
LongMxA_Dch	Longitud máxima	LongMxA_Izq	XLongMxA
AncA_Dch	Anchura	AncA_Izq	XAncA
AltMxA_Dch	Altura máxima	AltMxA_Izq	XAltMxA
AltA_Dch	Altura	AltA_Izq	XAltA
LongTrA_Dch	Longitud tróclea	LongTrA_Izq	XLongTrA
AncTrMA_Dch	Ancho tróclea medial	AncTrMA_Izq	XAncTrMA
AncTrPA_Dch	Ancho tróclea posterior	AncTrPA_Izq	XAncTrPA
AncTrAA_Dch	Ancho tróclea anterior	AncTrAA_Izq	XAncTrAA
AltTrA_Dch	Altura tróclea	AltTrA_Izq	XAltTrA
AncCMFA_Dch	Ancho carilla articular maleolo fibular	AncCMFA_Izq	XAncCMFA
LongCCA_Dch	Longitud cuello-cabeza	LongCCA_Izq	XLongCCA
LongCabA_Dch	Longitud cabeza	LongCabA_Izq	XLongCabA
AncCabA_Dch	Ancho cabeza	AncCabA_Izq	XAncCabA
AltCabA_Dch	Altura cabeza	AltCabA_Izq	XAltCabA
LongCACA_Dch	Longitud cara articular con calcáneo	LongCACA_Izq	XLongCACA
AncCACA_Dch	Ancho cara articular con calcáneo	AncCACA_Izq	XAncCACA
ProfCACA_Dch	Profundidad cara articular con calcáneo	ProfCACA_Izq	XProfCACA
VolA_Dch	Volumen	VolA_Izq	XVolA